

SAMSUNG SDS

Realize your vision

Techtonic 2019

Partner



Foresee



Disrupt

2019.11.14 • SAMSUNG SDS Tower B1F
{ Pascal Hall }

Track 4 | Quantum

양자 컴퓨팅 뽀개기!
왜 지금인가?

AGENDA

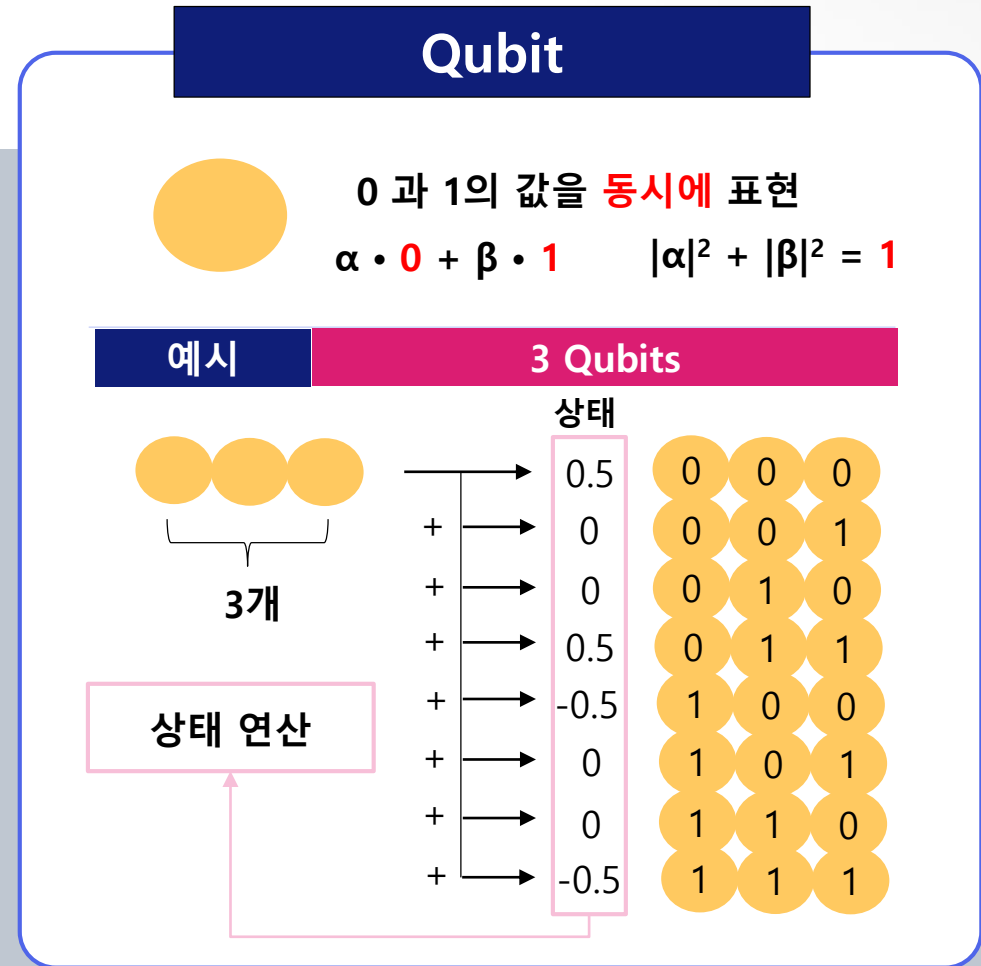
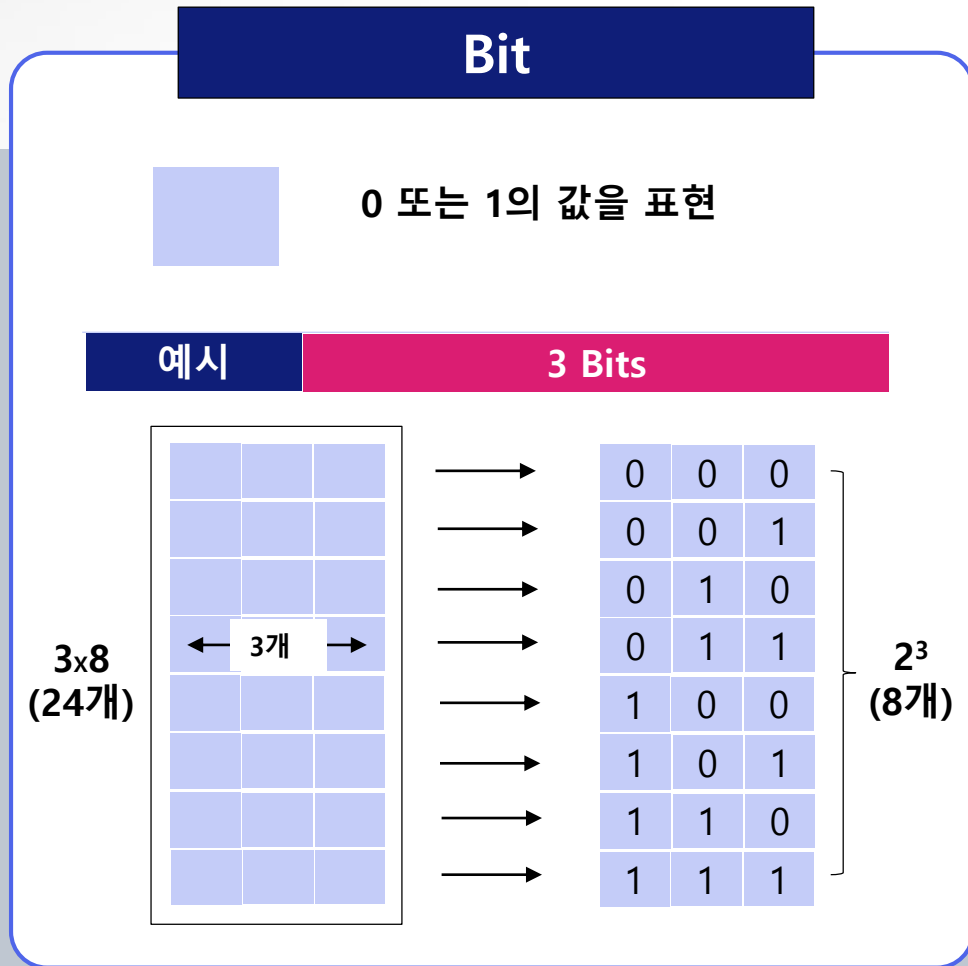
1. 양자 컴퓨팅 살펴보기
2. 양자 컴퓨터 무엇이 다른가?
3. 어디에 쓰여야 할까?
4. 경험했던 일들

1

양자 컴퓨팅 살펴보기

양자 컴퓨팅의 정보 표현 : Qubit (Quantum Bit)

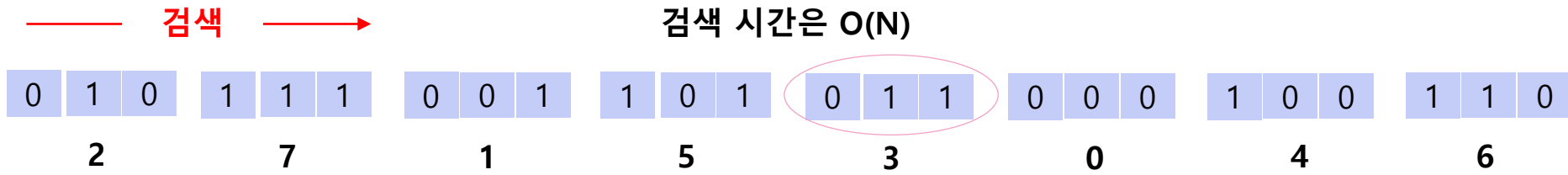
Qubit은 기존 Bit에 비해 많은 상태 표현이 가능하며, 확률적으로 관측됨



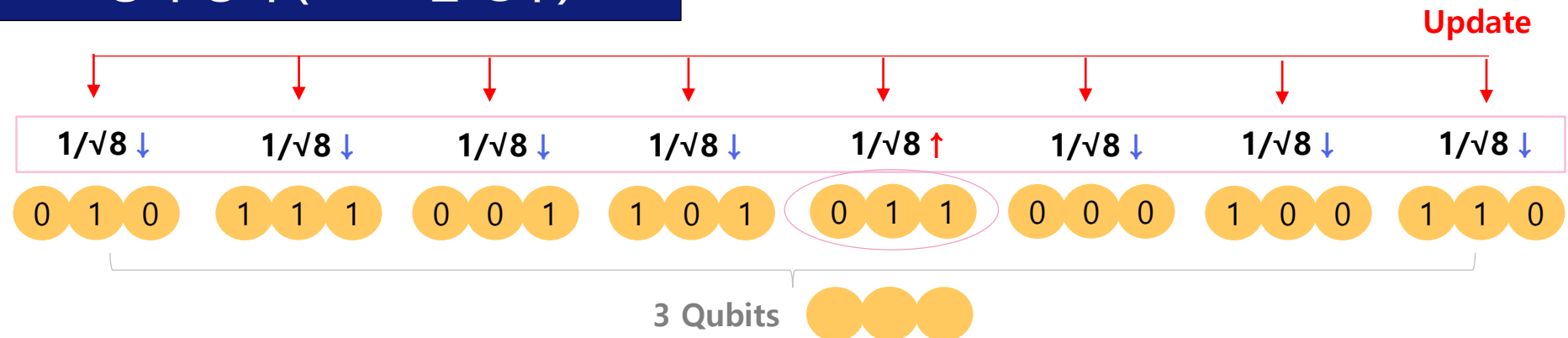
양자 컴퓨팅 예시 : Grover Algorithm (1/2)

정렬되지 않은 N개의 항목이 존재할 때, 원하는 항목을 빠르게 찾는 방법: $O(\sqrt{N})$

기존 방식 (N = 8일 경우)

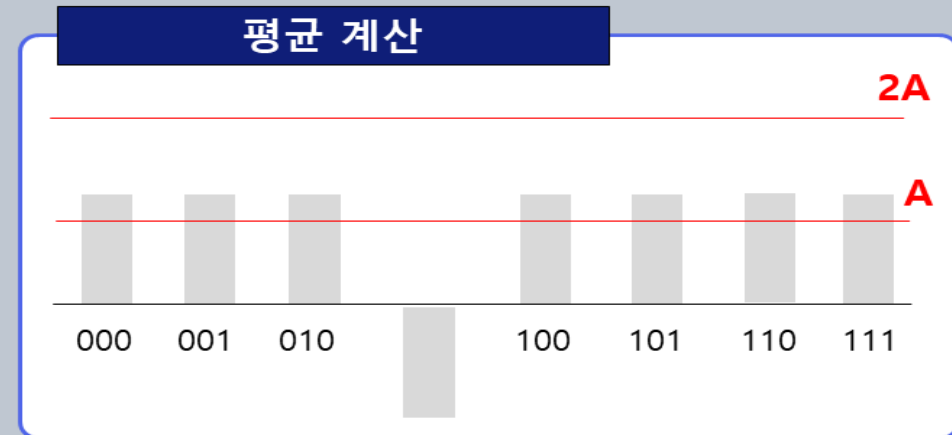
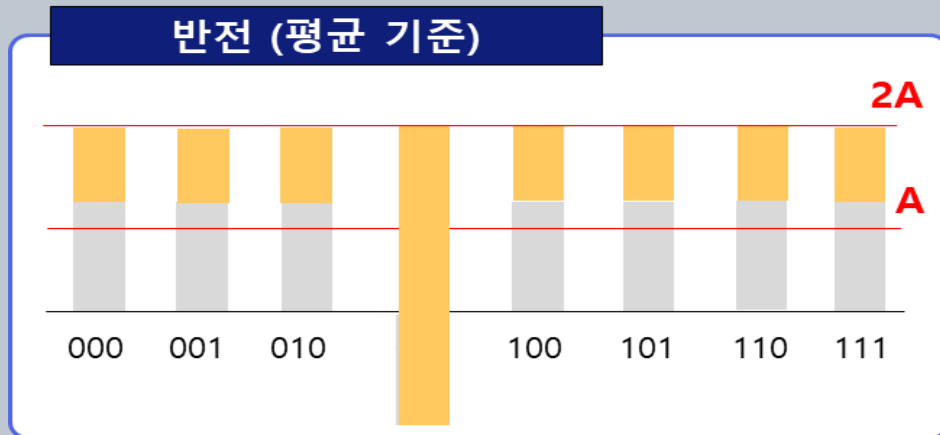
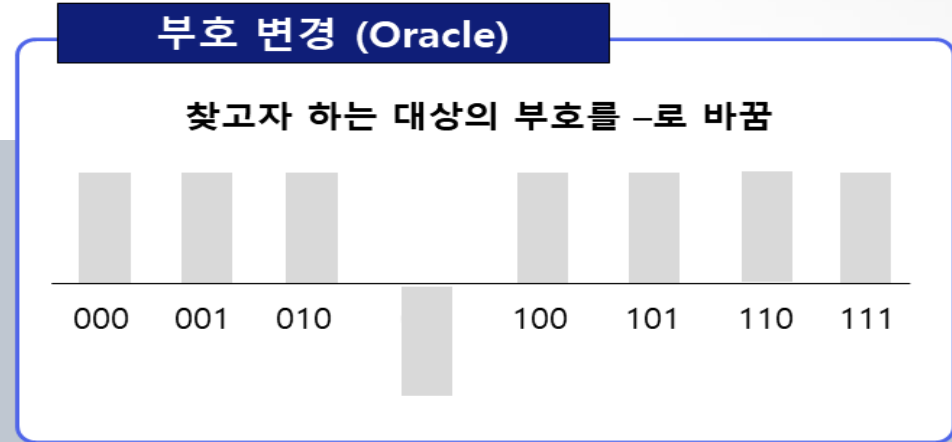
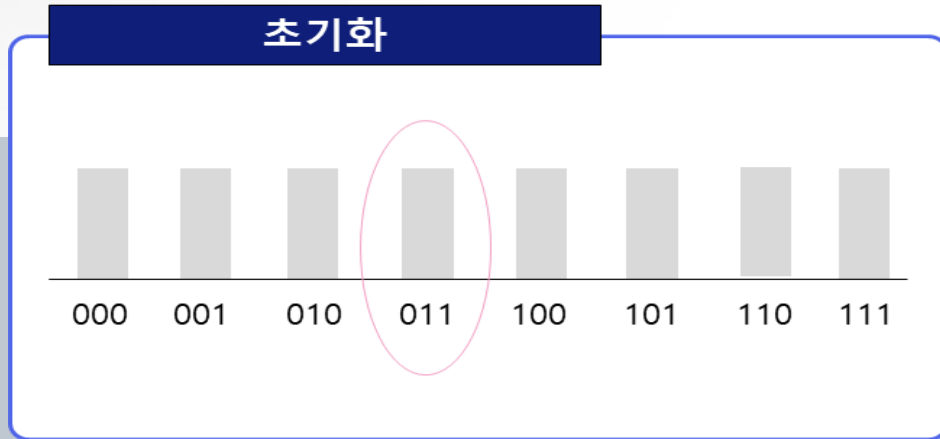


양자 방식 (N = 8일 경우)



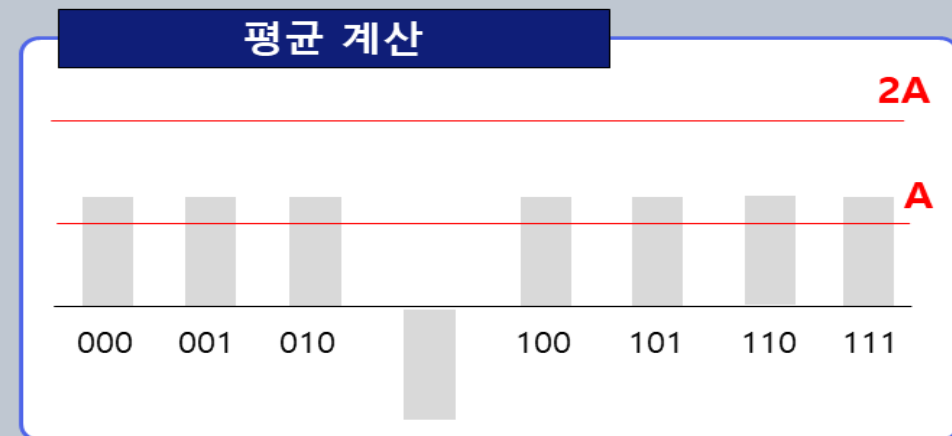
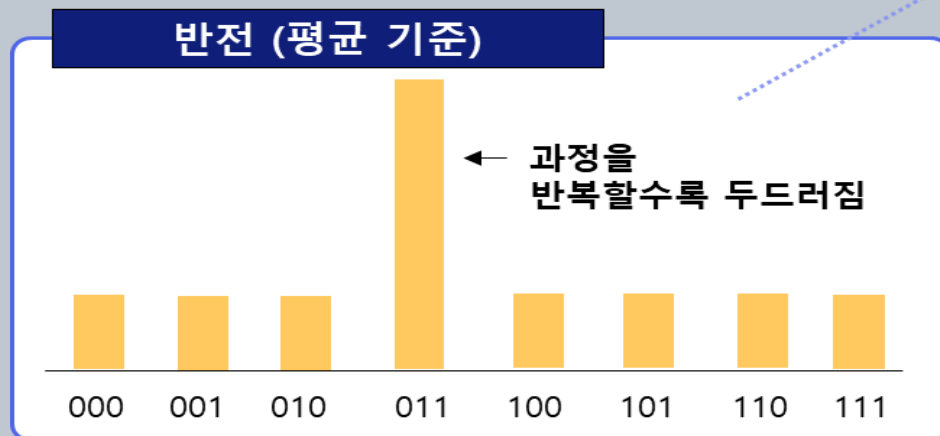
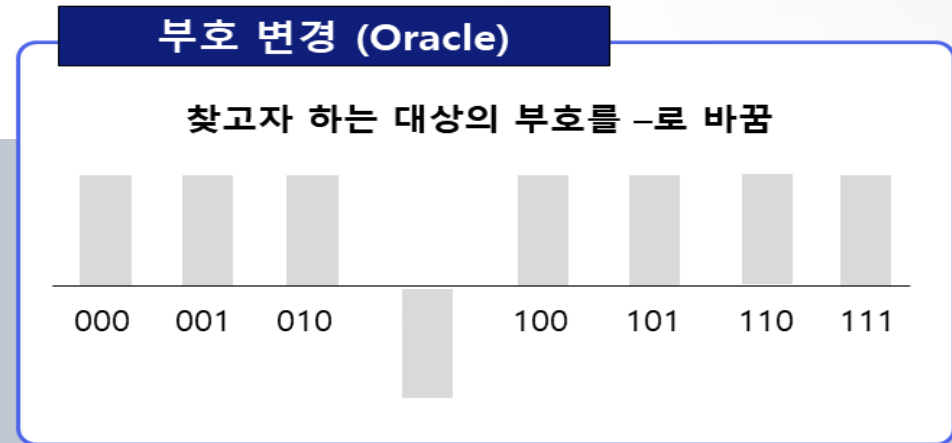
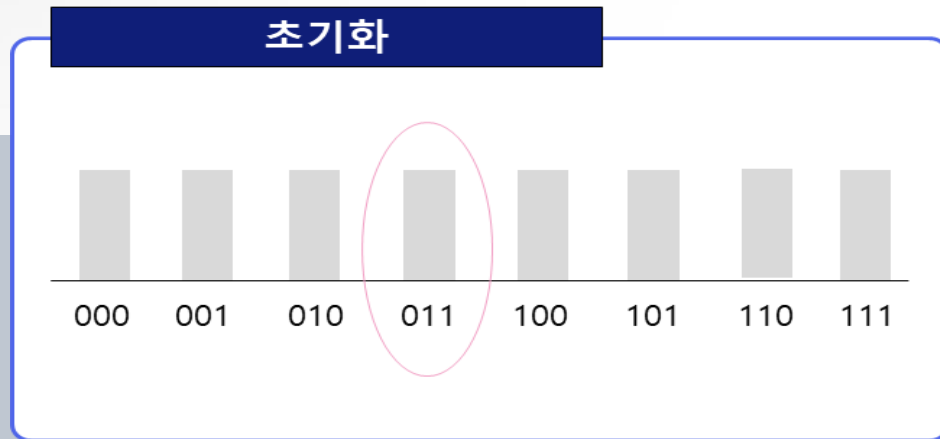
양자 컴퓨팅 예시 : Grover Algorithm (2/2)

모든 대상에 대해 동일한 확률의 상태로 만들고, 검색 타겟의 값을 점차 증폭시켜 나감



양자 컴퓨팅 예시 : Grover Algorithm (2/2)

모든 대상에 대해 동일한 확률의 상태로 만들고, 검색 타겟의 값을 점차 증폭시켜 나감

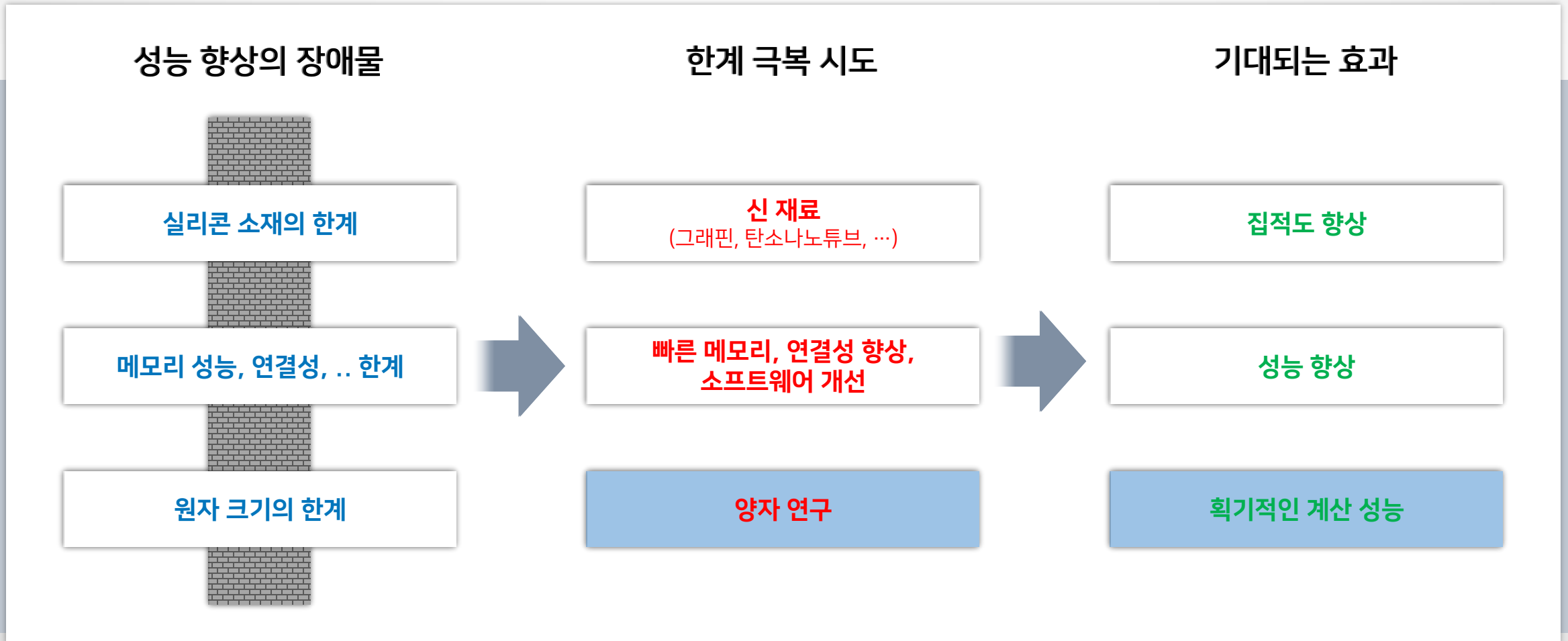


2

양자 컴퓨터 무엇이 다른가?

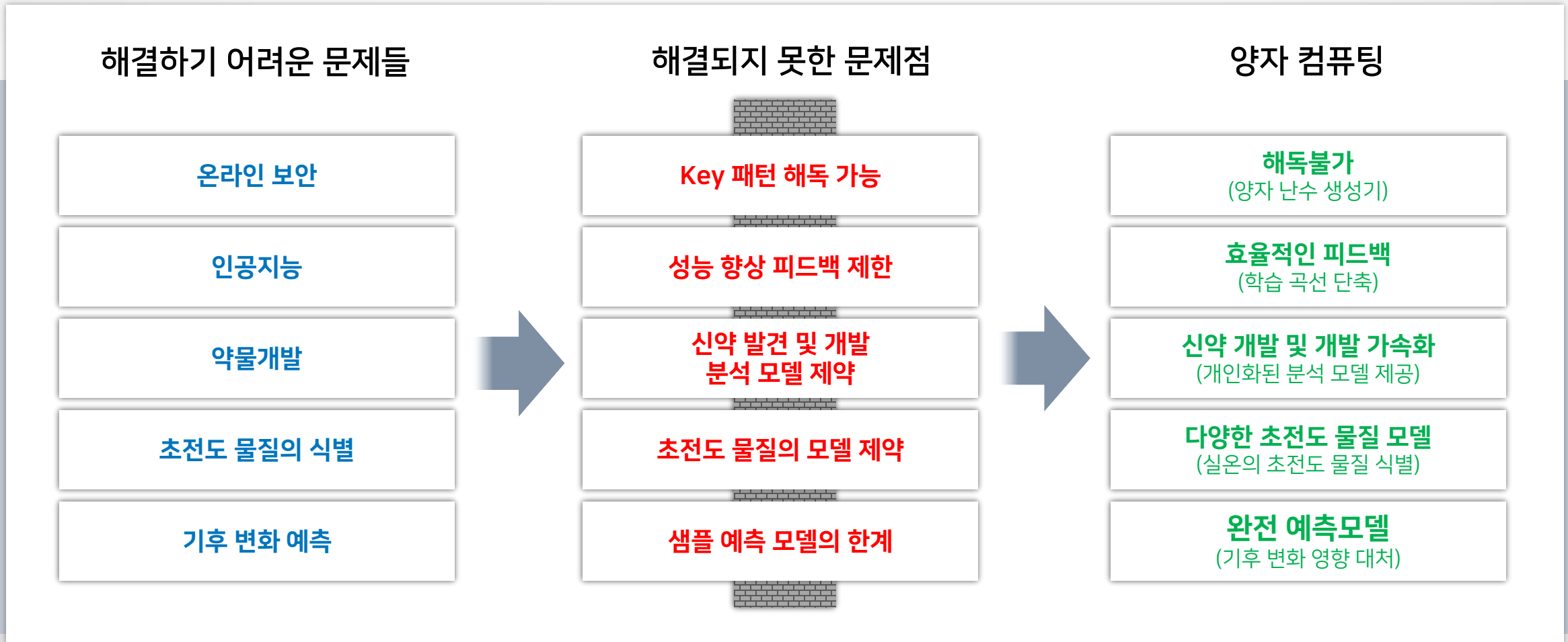
Moore's law 의 종말 ?

"반도체 집적회로의 성능이 24개월마다 2배로 증가한다" (무어의 법칙, 2016년 종언 선언)



난제 해결 요구

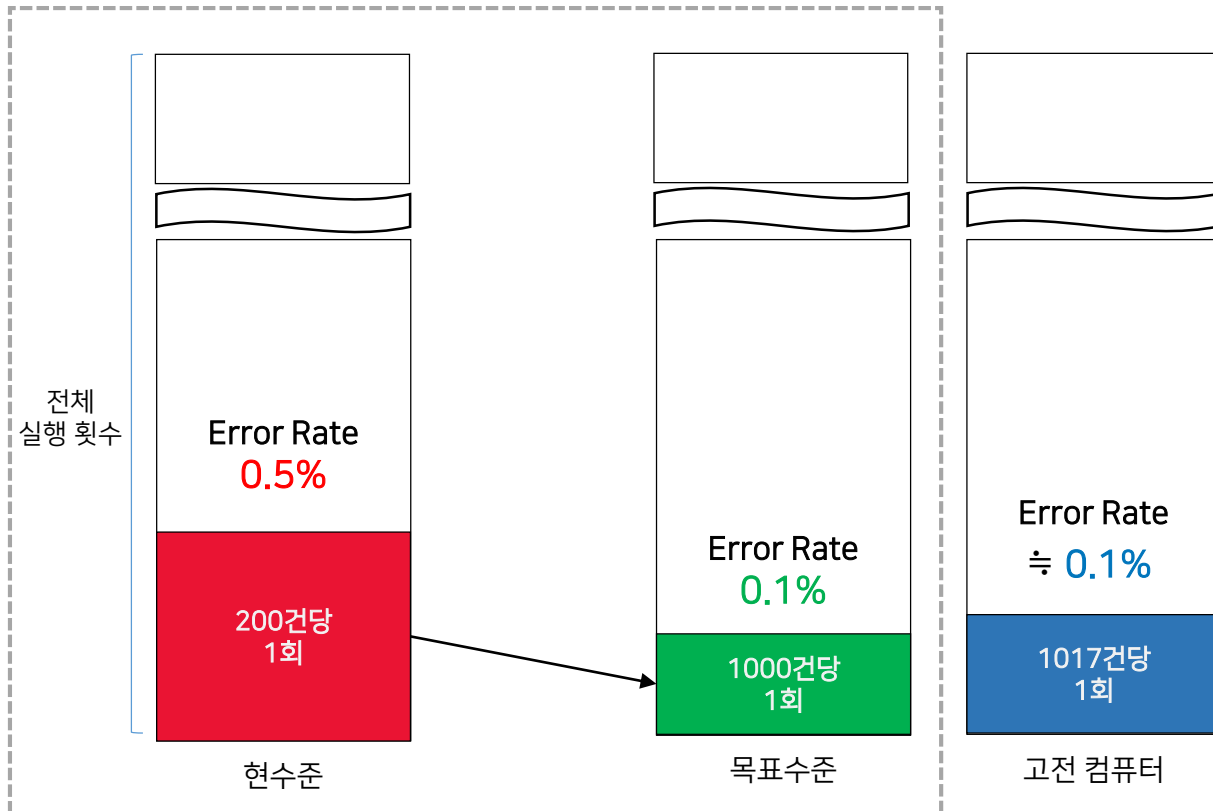
전 세계 주요 IT기업 및 정부들은 양자 컴퓨팅을 이용하여 난제 해결을 기대하고 있음.



양자 우월성 입증에 필요하다.

“양자 게이트 Error Rate 0.1% 이하 확보”

2개 큐비트 게이트 Error Rate



회로 오류

고전 컴퓨터

- 표준 클래식 회로의 Error Rate는 약 0.1%이며, 1017 작업마다 약 1개의 오류가 있음

양자 컴퓨터

- 현재 최고의 2 큐비트 양자 게이트의 Error Rate는 약 0.5%이며, 200 건의 작업마다 약 1개의 오류가 있음을 의미 함

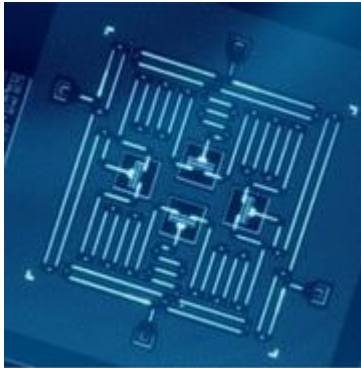
양자 우월성 입증

- 양자 우월성을 입증하기 위해 2 큐비트 게이트의 Error Rate을 약 0.1%로 낮추어야 함

큐비트 구현 기술에 혁신이 필요하다.

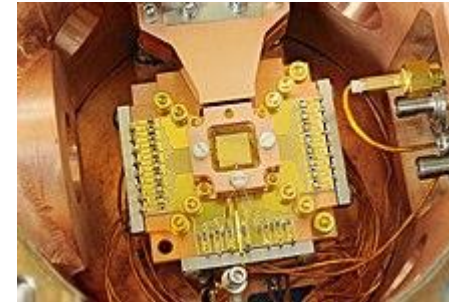
“양자 컴퓨팅은 트랜지스터와 유사한 발명으로 혁신 필요”

초전도 양자 회로



- 장점 : 고체 물질로 만들어지는 장점이 존재함.
기존 제조 기술로 구축 할 수 있으며
매우 빠른 게이트 작업을 수행합니다.
- 단점 : 매우 낮은 온도로 냉각 되어야 함.
초전도 칩의 각 큐비트를 개별적으로 교정 필요.
큐비트를 확장하기가 어려움.

이온 트랩



- 장점 : 개별 이온은 동일하므로 제작에 유리함.
이온 트랩은 큐비트가 환경 소음에 압도되기 전에
계산을 수행하는 데 더 많은 시간을 제공함.
- 단점 : 이온 작동에 사용되는 게이트는 매우 느리고
(초전도 게이트보다 수천 배 느림)
진공상태로 레이저 조작이 필요함.

S/W 지원 도구가 필요하다.

“고급 프로그램 언어 및 프로그램 모델 필요”

양자 프로그래밍 수준별 언어



활용 가능한 양자 프로그래밍 언어

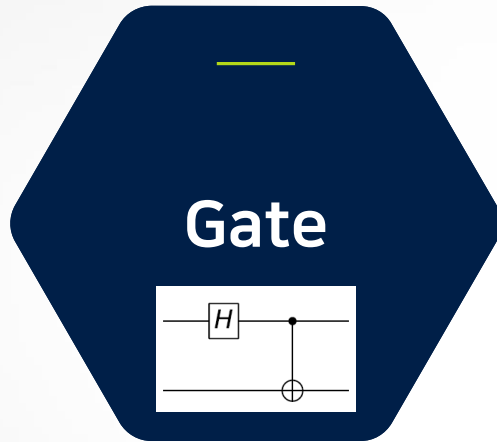
IBM	Google	Microsoft	Rigetti	Dwave
Qiskit	Cirq	Quantum Development Kit	Forest	
Qiskit Aqua	OpenFermion	Q#	Grove	qbsolv
Qiskit Terra	Cirq		pyquil	
Open QASM			Quil	QMASM

3

어디에 쓰여야 할까?

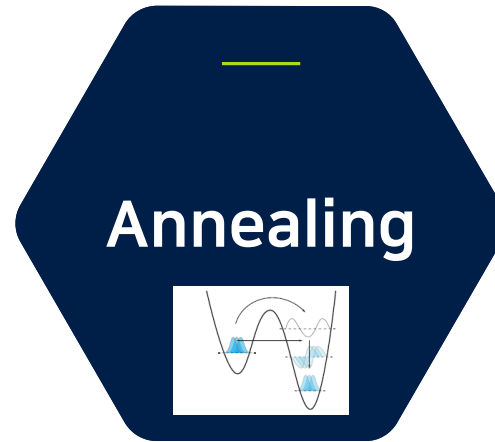
양자 컴퓨터의 유형별 사용처

“양자 컴퓨터는 범용적인 Gate 방식과 특화된 Annealing, Simulator 등으로 구분된다”



로직 게이트 연산
범용적 문제

- 데이터 검색
- 추천 알고리즘
- 인공지능



에너지 최소 상태 표현
조합 최적화 문제

- 물류 최적화
- 공정 최적화
- 투자 포트 폴리오



큐비트 모델링 연산
양자 화학, 물리 문제

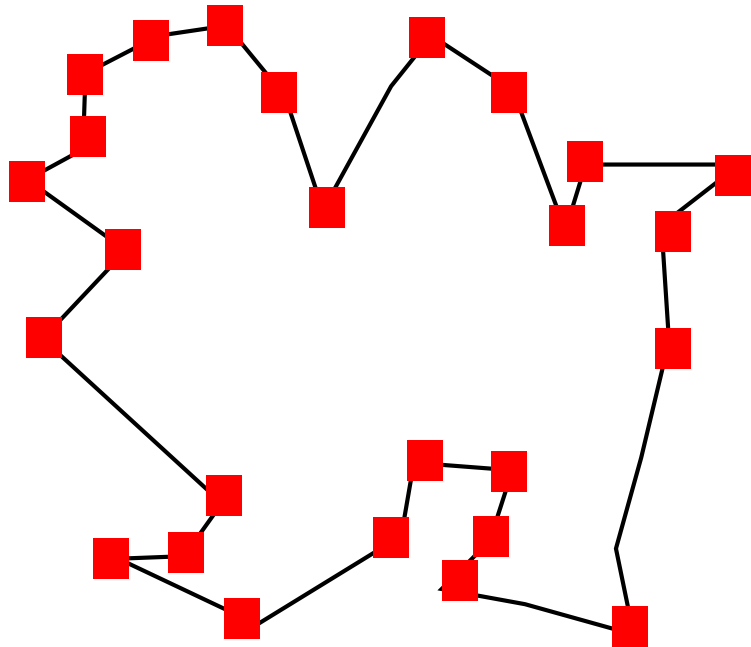
- 촉매 거동 해석
- 광합성 해석
- 원자핵 분석

4

경험했던 일들

조합 최적화 문제를 양자 컴퓨터로 풀어내기

“*NP-hardness 문제를 양자 풀이 관점으로 해석하기”



외판원 문제 (traveling salesman problem)

여러 도시들이 있고 한 도시에서 다른 도시로 이동하는 비용이 모두 주어졌을 때, 모든 도시들을 단 한 번만 방문하고 원래 시작점으로 돌아오는 최소 비용의 이동 순서를 구하는 것.

1) Capture Problem

	A city	B city	C city	D city	E city
1	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
2	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
3	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
4	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
5	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙

문제의 범위와 변수의 모델화

2) Build Formula

$$\text{Hamiltonian} = \rho \sum_{i=1}^n \left(1 - \sum_{j=1}^n x_{ij} \right)^2 + \rho \sum_{j=1}^n \left(1 - \sum_{i=1}^n x_{ij} \right)^2 + \dots$$

문제의 변수들과 제한조건들을 포함한 공식으로 표현

3) Execute

	A city	B city	C city	D city	E city
1	1	⊙	⊙	⊙	⊙
2	⊙	⊙	⊙	⊙	1
3	⊙	⊙	⊙	1	⊙
4	⊙	1	⊙	⊙	⊙
5	⊙	⊙	1	⊙	⊙

공식화된 결과 값이 최소가 되도록 결과 유도

*NP-hardness (non-deterministic polynomial-time hardness)



Thank You





Q & A

Partner Disrupt Foresee